*استنباط علاقة شبه تجريبية لحساب قدرة الإيقاف الالكترونية للبروتونات وجسيمات ألفا المتفاعلة مع بعض المركبات العضوية

تاريخ الاستلام 2015/4/20 تاريخ القبول 2016/2/16

راشد عويد كاظم
doctor.rashed@gmail.com
قسم الفيزياء - كلية التربية للبنات - جامعة الكوفة

شهله عبد السادة كاظم
Shahlaa.alruhaimi@uokufa.edu.iq
قسم الفيزياء - كلية التربية للبنات - جامعة الكوفة

الخلاصة :-

تم في هذا البحث استنباط علاقة شبه تجريبية لحساب قدرة الإيقاف الالكترونية للجسيمات المشحونة الثقيلة (البروتونات وجسيمات ألفا) المتفاعلة مع المركبات العضوية Mylar ,Polycarbonate($C_{16}H_{14}O_3$), [polypropylene(C_3H_6) ($C_{10}H_8O_4$), Polyvinylalcohol (C_2H_4O), Polyoxymethylene (CH_2O), Polyacrylonitrile (C_3H_3N), Polyvinylpyrrolidone (C_6 H_9 N O) , Polyvinylacetate ($C_4H_6O_2$) , Kapton (C_{22} H_{10} N_2 O_5) , Bakelite (C_{44} H_{36} O_6)] باعتماد النسبة $\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$ ، ضمن مدى الطاقة MeV [0.01-1000] ، ومن خلال مقارنة النتائج المستحصلة مع نتائج برنامج الـ SRIM 2012 لنفس القذائف في تلك المركبات فقد أظهرت توافقاً جيداً مع نتائج الـ SRIM 2012 .

الكلمات المفتاحية: - قدرة الايقاف الالكترونية ، العلاقات شبه التجريبية ، برنامج الـ SRIM 2012 .

1- المقدمة Introduction

أن عملية فقدان الطاقة للجسيمات المشحونة أخذت وما زالت تأخذ اهتماماً واسعاً في كافة مجالات الفيزياء الذرية والنووية ومجالات العلوم الأخرى .وتعتمد عمليات حساب فقدان الطاقة على عوامل أساسية للجسيم الساقط ومادة الهدف من خلال السرعة v والشحنة Z_1e والكتلة (M) بالنسبة للجسيم الساقط وكذلك على صفة ذلك الوسط (أي مادة الهدف)لذلك تختلف عمليات فقدان الطاقة من خلال طبيعة ونوع الجسيم الساقط والوسط [1].

2- النظرية :- Theory

لقد اعتبر بور فقدان طاقة جسيمة مشحونة ثقيلة نشيطة بسبب تصادمها مع الكترونات الذرة وإن الإلكترون يعد تقريباً حر وساكن قبل التصادم [2]. حيث إشتق علاقة قدرة الايقاف الالكترونية لكل الكترون هدف من المادة[3] بالاعتماد على الميكانيك الكلاسيكي:

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_e = \frac{4\pi Z_1^2 e^4}{mv^2}\ln\frac{Cmv^3}{Z_1e^2\omega} \qquad (1)$$

* البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_e = \frac{4\pi Z_1^2 e^4}{mv^2} L_{Bohr} \qquad (2)$$

حيث Z_1e شحنة الجسيمة المشحونة الثقيلة ، v سرعتها ، m كتلة الألكترون ، e شحنته .

وأن :- $L_{Bohr} = \ln\frac{Cmv^3}{Z_1e^2\omega} = \ln \xi C$ عدد إيقاف بور و $C = 1.1229$ و ω التردد المداري للإلكترون [5,4] .

كما اشتق بيث Bethe صيغة مماثلة لصيغة بور لقدرة الايقاف الالكترونية للجسيمات المشحونة الثقيلة معتمداً على الميكانيك الكمي حيث حسب المقطع العرضي التفاضلي باستخدام تقريب بورن الاول لإستطارة الايون [6،5،2] .

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_e = \frac{4\pi e^4 Z_1^2 N}{mc^2\beta^2}\ln\frac{2mv^2}{I} \qquad (3)$$

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_e = \frac{4\pi e^4 Z_1^2 N}{mc^2\beta^2} L_{Bethe} \qquad (4)$$

حيث إن N الكثافة الالكترونية للهدف و c تمثل سرعة الضوء في الفراغ و $\beta = \frac{v}{c}$ و $L_{Bethe} = \ln\frac{2mv^2}{I}$ يسمى عدد ايقاف بيث حيث إن $I = \hbar\omega$ معدل جهد التأين .

بالإضافة إلى الدراسات النظرية فالعديد من الدراسات التجريبية اجريت بهدف صياغة علاقات طاقة ومدى قياسية لحساب قدرة الايقاف . وقد تمت مراجعة الموضوع في العقدين (60-50) من قبل عدد من الباحثين مثل Taylor ، Bethe و Askin، Allision و Warshaw،Uehling، Barkas و Berger . وإن أغلب البيانات التجريبية جمعت من قبل Whaling Bichsel , على هيئة جداول[7] .

توصل A. K. Chaubey و H. V. Gupta الى العلاقة التجريبية التالية لقدرة إيقاف البروتونات [7] :-

$$-\frac{dE}{\rho dX} = \frac{a}{A_2}E^{-b}\,Z_2^{c\log E+d} \qquad (5)$$

إنّ القيم المناسبة للثوابت a, b, c, d هي a=915, b=0.85, c=0.145, d=0.635 ، أما ρ فهي الكثافة للوسط وA_2 الوزن الذري و Z_2 العدد الذري للوسط (المادة الموقفة) بينما E تمثل الطاقة الحركية للجسيمة الساقطة (القذيفة) بوحدات MeV/amu .

فالعلاقة اعلاه صحيحة ضمن مدى الطاقة MeV/amu (0.7-12) ، والثوابت c,d تم الحصول عليها من مطابقة (Fitting) Northcliffe و Schilling (التي دعيت فيما بعد NS) ، وقد وجدت لتكون مستقلة عن نوع الجسيمة حيث حسبت قدرة الايقاف بواسطة طريقة التربيعات الصغرى ، أما الثوابت a,b فقد استخلصت من البيانات التجريبية لـ Whaling و Anderson et al وكذلك بيانات NS عند الطاقات الواطئة وقدرة الايقاف الناتجة تقاس بوحدات MeV cm^2/gm .[7]

قدرة الايقاف للايونات الاثقل من البروتونات يمكن ايجادها بواسطة التعبير المعطى من قبل Pierce و Blann :-[7]

$$\left(-\frac{dE}{\rho dX}\right)_H = \frac{Z_{eff}^2}{\gamma_P^2}\left(-\frac{dE}{\rho dX}\right)_P \qquad (6)$$

حيث : $Z_{eff}^2 = \gamma^2 Z_2^2$، هنا الطاقة فوق 0.7 MeV لذلك للبروتونات γ_P=1 وبتعويض (6) في (5) نحصل على :

$$\left(-\frac{dE}{\rho dX}\right)_H = \gamma^2 Z_2^2 a\,E^{-b}\,Z_2^{c\log E+d} \qquad (7)$$

γ كسر الشحنة الفعالة لإيون طاقته E (MeV/amu) يمكن تخمينها من الصيغة التجريبية لـ Booth و Grant [7] :-

$$\gamma^2 = f\left(EZ_2^{-4/3}\right)$$ حيث:-

$$f(x) = 1 - \exp(-24.73x + 247.6x^2 - 1131x^3)$$

ولحساب قدرة ايقاف جسيمات الفا من المعادلة (7) ، نفترض بأنّ الطاقة اكبر من 4 MeV ، كسر الشحنة الفعّالة لجسيمات ألفا $\gamma^2 = 1$. وعند الطاقة أقل من 4 MeV اي من 0.7 إلى 1 MeV /amu ، بمطابقة بيانات NS لجسيمات ألفا بواسطة طريقة التربيعات الصغرى وابقاء c و d ثوابت تصبح $a = 3\ 574,\ b = 0.84$ ، لذا للطاقة بين (0.7–1) MeV/amu لجسيمات ألفا، فإن المعادلة (5) ينبغي ان تعدّل الى [7]:-

$$\left(-\frac{dE}{\rho dX}\right) = \frac{3574}{A_2} E^{-0.84} Z_2^{0.145\ \log E + 0.635} \quad (8)$$

و قدرة الإيقاف في الاهداف المركبة يمكن الحصول عليها بواسطة نظرية الجمع [7] :-

$$\left(-\frac{dE}{\rho dX}\right)_{compound} = \frac{1}{M_2}\sum_i N_i A_i \left(-\frac{dE}{\rho dX}\right)_i \quad (9)$$

حيث M_2 الوزن الجزيئي للوسط المركب من N من الذرات ذات الوزن الذري A_2 .

وكذلك لخّص Anderson و Ziegler بيانات قدرة إيقاف البروتون التجريبية للعديد من العناصر لمدى واسع من الطاقات. وللحصول على القيم لكلّ العناصر على مدى مستمر من طاقات البروتون، قام الباحثون بمطابقة (fitting) المنحنيات مع البيانات التجريبية المتوفرة لتوليد معاملات لإستعمالها في قدرة الإيقاف شبه التجريبية كدالة لطاقة البروتون E (keV) والعدد الذرّي Z_2 للهدف . S_e أفترضت لتكون متناسبة مع $E^{0.45}$ للطاقة E <25 keV ، ماعدا $Z_2 \le 6$ فإنّها تتناسب مع $E^{0.25}$, ولـ $(25KeV \le E \le 10MeV)$ استعمل Ziegler et al العلاقة [8] :-

$$\frac{1}{S_e} = \frac{1}{S_{low}} + \frac{1}{S_{high}} \quad (10)$$

حيث :-

$$S_{low} = A_1 E^{A_2} + A_3 E^{A_4} \quad (11)$$

$$S_{high} = \frac{A_5 \ln\left(\frac{A_6}{E} + A_7 E\right)}{E^{A_8}} \quad (12)$$

وللطاقة $10MeV \le E \le 2GeV$ يتطلب استعمال العلاقة التالية [8]:-

$$S_e = A_9 + A_{10}\left(\frac{\ln E}{E}\right) + A_{11}\left(\frac{\ln E}{E}\right)^2 + A_{12}\left(\frac{E}{\ln E}\right) \quad (13)$$

والمعاملات A_i لكل Z_2 متوفرة على شكل جداول ـــ TRIM [8] .

3- النتائج والمناقشة و الحسابات :-

Calculations , results and dissection

في هذا البحث فقد تم اقتراح علاقتان شبه تجريبية لحساب قدرة إيقاف الكترونية للبروتونات وجسيمات ألفا في العشر مركبات العضوية وقد تم تطبيقها باعتماد برنامج حاسوبي بلغة الماتلاب MATLAB للحصول على النتائج النظرية المطلوبة والتي تم توضيحها كرسوم بيانية ومن ثم تم مقارنتها مع نتائج برامج الـ SRIM 2012 .

3-1 العلاقة شبه التجريبية لحساب قدرة إيقاف البروتونات في المركبات العضوية العشرة :-

لقد تم اقتراح علاقة تجريبية لحساب قدرة إيقاف البروتون في المركبات العضوية العشرة ضمن مدى الطاقة [0.01–1000]MeV وذلك باستخدام النسبة $\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$ ،والتي بتعويض طاقة القذيفة ومعدل جهد التأين للوسط نحصل على نتائج اكثر تقارب مع نتائج الـ SRIM 2012، والعلاقة شبه التجريبية المقترحة هي :

$$S_{emp} = abE^{-1} \quad (14)$$

$$a = 0.104 \langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$$

$$b = \ln(0.98 + 7.7 * 10^3 * (\frac{E^{1.5}}{I}))$$

$$\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle = \frac{\sum_i n_i Z_{2i}}{\sum_i n_i A_{2i}} \quad (15)\ [9]$$

حيث S_{emp} العلاقة شبه ا لتجريبية لقدرة الإيقاف الالكترونية للبروتونات ، وأن Z_{2i} و A_{2i} العدد الذري و الوزن الذري للعنصر i th من عناصر الهدف، n_i عدد الذرات للهدف (الوسط) .

وأن I تمثل معدل جهد التأين للوسط والتي تحسب كالتالي [10,9]:-

$$I \cong \begin{cases} 19.0\ eV & , Z_2 = 1\ (Hydrogen) \\ 11.2 + 11.7 Z_2\ eV, & 2 \le Z_2 \le 13 \\ 52.8 + 8.71\ Z_2\ eV, & Z_2 > 13 \end{cases} \quad (16)$$

$$\ln\langle I \rangle = \frac{\sum_i n_i Z_{2i} \ln I_i}{\sum_i n_i Z_{2i}} \quad (17)$$

من ملاحظة الشكل (1) نجد ان اعظم قيمة لقدرة الايقاف تكون عند الطاقة $(E = 0.06\ MeV)$ وتتناقص بازدياد الطاقة وقد اتفقت نتائج العلاقة شبه التجريبية مع نتائج برنامج الـ SRIM 2012 في تلك الاوساط . كما حسب معامل الارتباط ونسبة الخطأ للعلاقة شبه التجريبية لقدرة ايقاف البروتونات في كل مركب من المركبات التي درست في هذا البحث وادرجت في الجدول (1) والذي أظهر

التقارب الكبير لنتائج العلاقة شبه التجريبية المقترحة (14) مع نتائج الـ SRIM 2012 ولمدى كبير من الطاقات (0.01-1000) MeV .

الاستنتاجات :- conclusion

الشكل (1- a, b, c,d,e,f,g,e,h,i,j) يوضح ان قدرة الايقاف تزداد مع الطاقة حتى تصل اعظم قيمة لقدرة الايقاف عند الطاقة MeV (0.04-0.1) ثم تبدأ بالنقصان كلما تزداد الطاقة .

ويكون الايقاف النووي هو السائد ضمن مدى الطاقة MeV(0.01-0.04) وتأثير التهيج والتأين يكون ضمن مدى الطاقة MeV(0.04-0.4) وضمن مدى الطاقة MeV (1-1000) يكون الايقاف الالكتروني هو السائد .

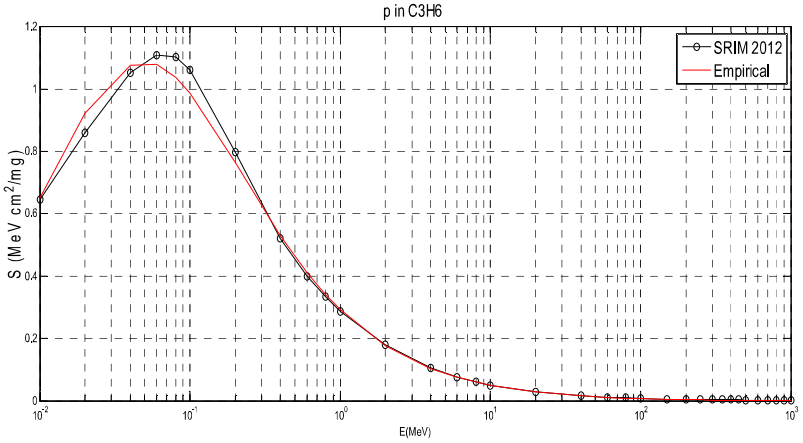
وتم ملاحظة ان النتائج المحسوبة باستعمال العلاقة الشبه التجريبية المقترحة تتطابق بشكل جيد مع نتائج برنامج الـ SRIM 2012 وكان معامل الارتباط هو (0.998992-0.998724) وكذلك نسبة الخطأ كانت (0.012666-0.021486) كما مبين في الجدول (1) .

علماً ان معامل الارتباط يستخدم لتحديد العلاقة بين خاصيتين.

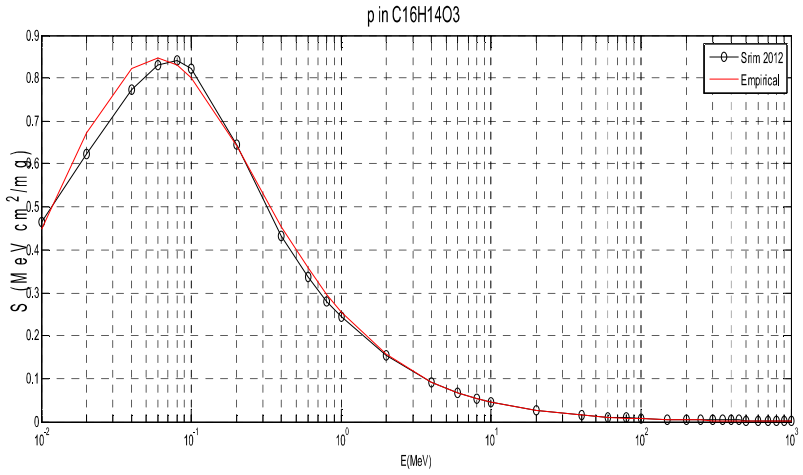
جدول (1) يبين الكثافة الكتلية ومعدل جهد التأين والنسبة $\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$ ومعامل الارتباط ونسبة الخطأ للبروتونات في المركبات العشرة .

No.	الصيغة المركب	الكثافة الكتلية ρ g/cm^3	معدل جهد التأين ⟨I⟩ eV	النسبة $\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$	معامل الارتباط	نسبة الخطأ
1	C_3H_6 Polypropylene	0.9	56.5429	0.5714	0.998442	0.021486
2	$C_{16}H_{14}O_3$	1.2	73.171	0.5276	0.998977	0.013638
3	$C_{10}H_8O_4$ Mylar	1.4	78.6116	0.5208	0.998908	0.013273
4	C_2H_4O Polyvinylalcohol	1.3	69.53	0.5455	0.998746	0.016131
5	CH_2O Polyoxymethylene	1.425	77.1016	0.5333	0.998724	0.014886
6	C_3H_3N Polyacrylonitrile,	1.17	72.006	0.5283	0.99893	0.014105
7	C_6H_9NO Polyvinylpyrrolidone	1.25	68.75	0.5405	0.998852	0.015402
8	$C_4H_6O_2$ Polyvinylacetate	1.19	73.57	0.5349	0.998835	0.014701
9	$C_{22}H_{10}N_2O_5$ Kapton	1.42	80.368	0.5131	0.998946	0.012666

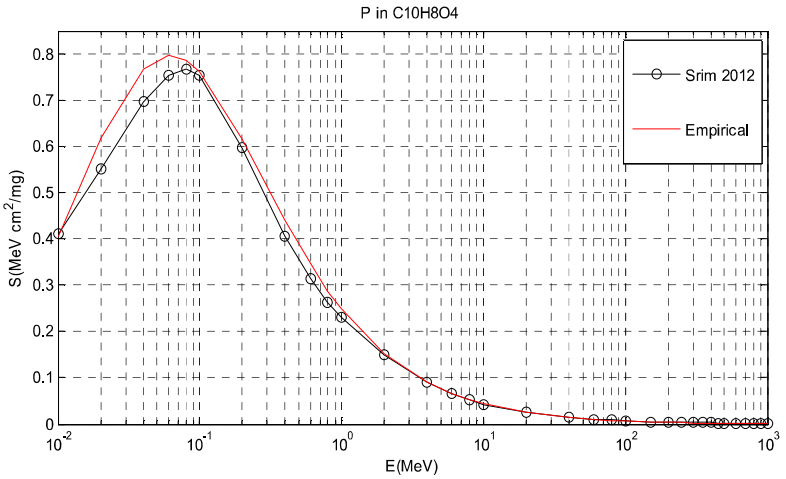
10	$C_{44}H_{36}O_6$ Bakelite	1.4	72.5149	0.5273	0.998992	0.013604



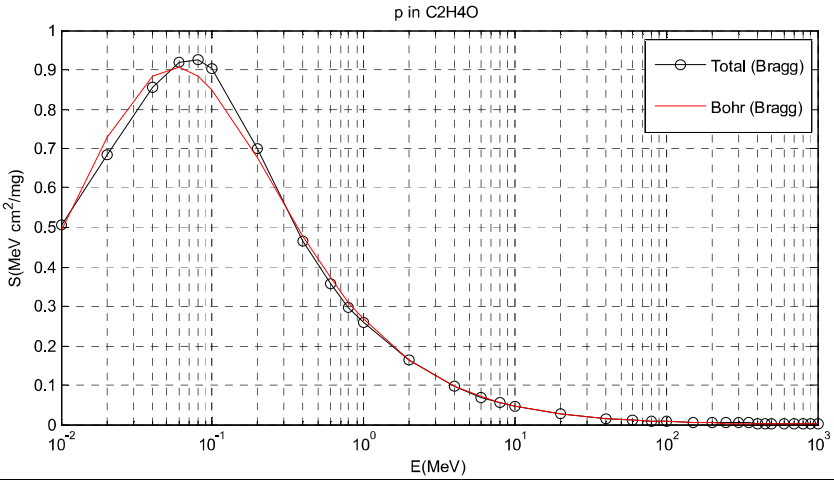
a



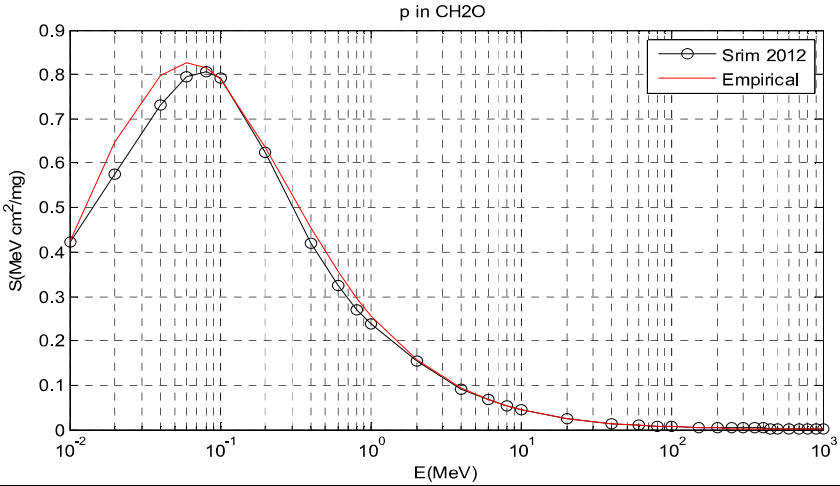
b


P in C10H8O4
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

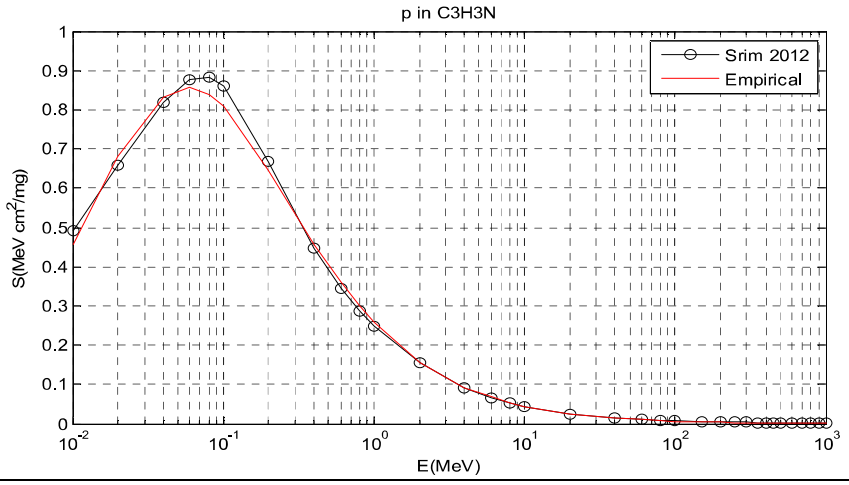
c


p in C2H4O
Total (Bragg)
Bohr (Bragg)
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

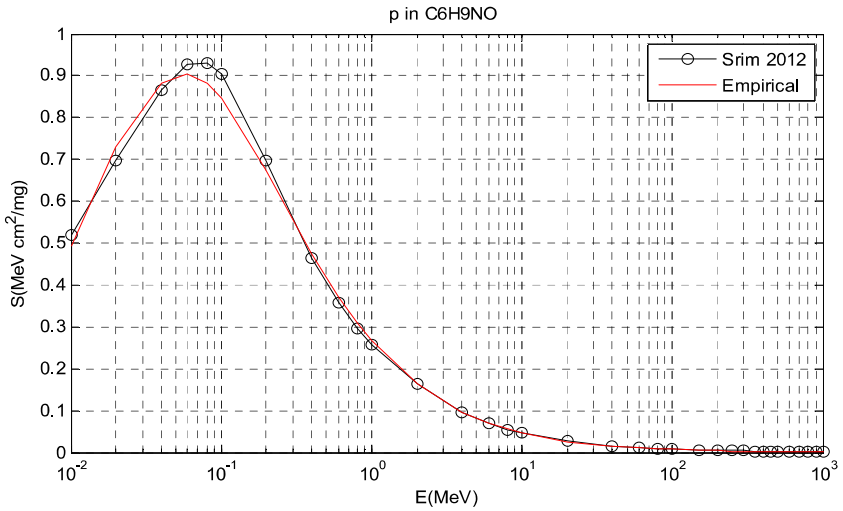
d


p in CH2O
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

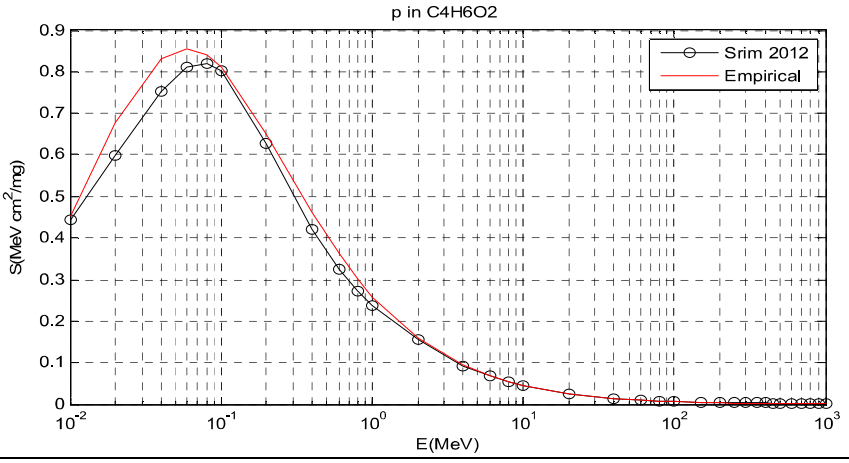
e


p in C3H3N
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

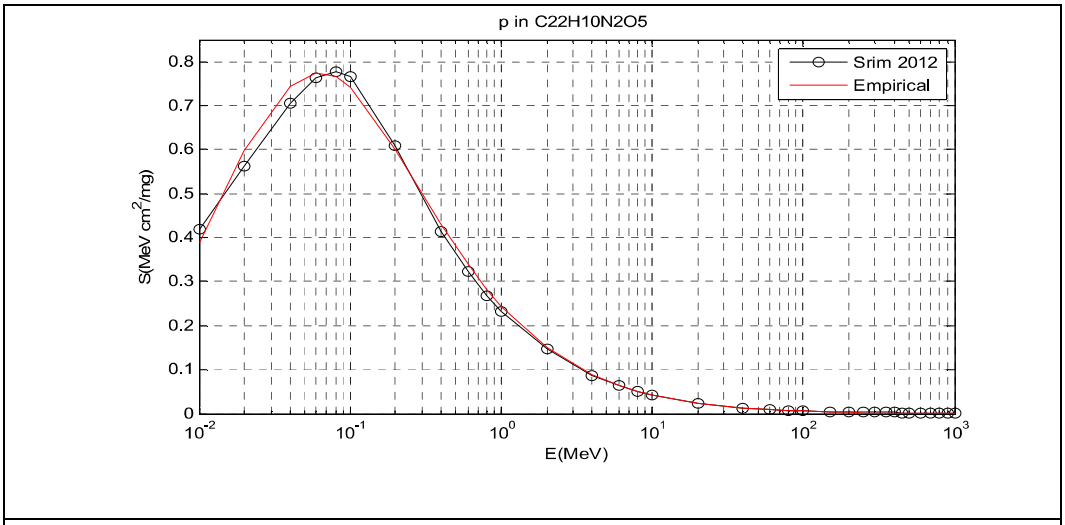
f


p in C6H9NO
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

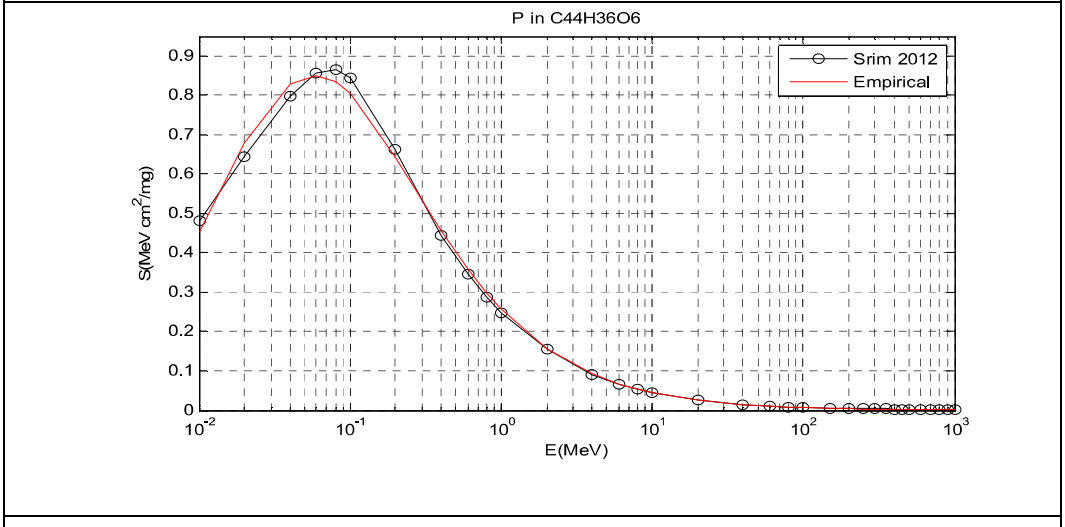
g


p in C4H6O2
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

h



i



j

شكل (1– a, b, c,d,e,f,g,e,h,i,j) يوضح العلاقة بين قدرة الإيقاف الالكترونية للبروتونات المارة خلال الأهداف (C3H3N) , (C H2O) , (C2H4O) , (C10H8O4) , (C16H14O3) , (C3H6) , (C6H9NO) , (C4H6O2) , (C22H10N2O5) , (C44H36O6)على التوالي.

3-2 العلاقة شبه التجريبية لحساب قدرة إيقاف جسيمات ألفا في المركبات العضوية العشرة:-

لقد تم اقتراح علاقة تجريبية لحساب قدرة إيقاف جسيمات ألفا في مركبات العضوية العشرة ضمن مدى الطاقة [0.01-1000]MeV وذلك باستخدام النسبة $\langle\frac{Z_2}{A_2}\rangle$، والتي بتعويض طاقة القذيفة ومعدل جهد التأين للوسط نحصل على نتائج اكثر تقارب مع نتائج الـ SRIM 2012، والعلاقة شبه التجريبية المقترحة هي :

$$S_{emp} = abE^{-1} \qquad (18)$$

حيث S_{emp} العلاقة شبه ا لتجريبية لقدرة الإيقاف الالكترونية لجسيمات الفا

$$a = 2.35 * \langle\frac{Z_2}{A_2}\rangle$$

و

$$b = \ln(1 + 0.3 * 10^3 * (\frac{E^{1.57}}{I}))$$

من ملاحظة الاشكال (2) نجد ان اعظم قيمة لقدرة الايقاف تكون عند الطاقة MeV $(0.4 < E < 0.6)$ وتتناقص بازدياد الطاقة وقد اتفقت نتائج العلاقة شبه التجريبية مع نتائج برنامج الـــ SRIM 2012 في ذلك . كما حسب معامل الارتباط ونسبة الخطأ للعلاقة شبه التجريبية لقدرة ايقاف جسيمات ألفا في كل مركب من المركبات التي درست في هذا البحث وادرجت في الجدول (2) والذي أظهر التقارب الكبير لنتائج العلاقة شبه التجريبية المقترحة (18) مع نتائج الـــ SRIM 2012 ولمدى كبير من الطاقات MeV (0.01-1000) .

الاستنتاجات :- conclusion

الشكل (2- a, b, c,d,e,f,g,e,h,i,j) يوضح ان قدرة الايقاف تزداد مع الطاقة حتى تصل اعظم قيمة لقدرة الايقاف عند الطاقة MeV (0.3-1) ثم تبدأ بالنقصان كلما تزداد الطاقة .

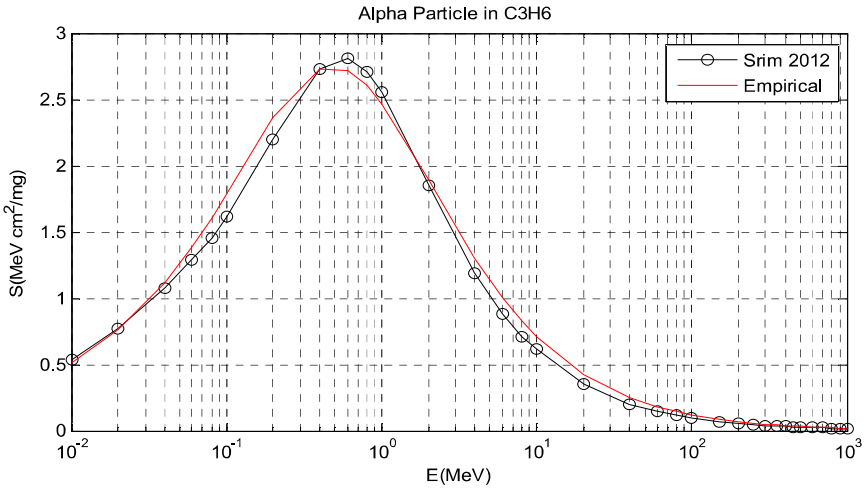
ويكون الايقاف النووي هو السائد ضمن مدى الطاقة MeV(0.01-0.1) وتأثير التهيج والتأين يكون ضمن مدى الطاقة MeV(0.1-4) وضمن مدى الطاقة MeV (1000-4) يكون الايقاف الالكتروني هو السائد .

وتم ملاحظة ان النتائج المحسوبة باستعمال العلاقة الشبه التجريبية المقترحة تتطابق بشكل جيد مع نتائج برنامج الـــ SRIM 2012 وكان معامل الارتباط هو (0.998473-0.997149) وكذلك نسبة الخطأ كانت (0.067604-0.041458) كما مبين في الجدول (2) .

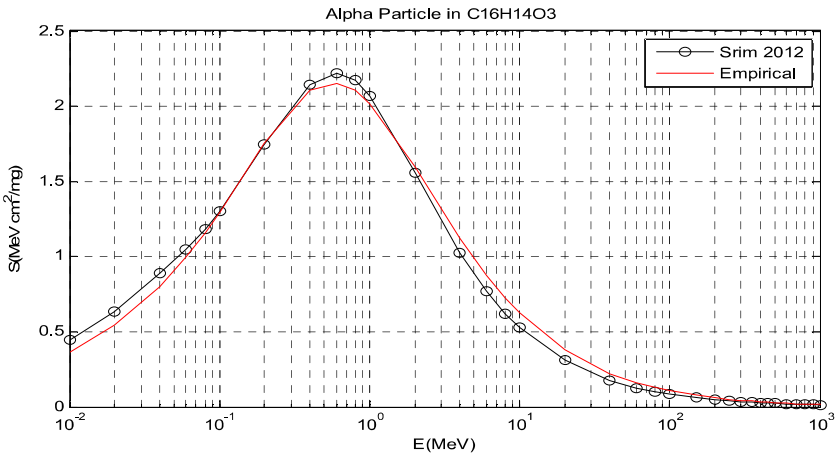
جدول (2) يبين الكثافة الكتلية ومعدل جهد التأين والنسبة $\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$ ومعامل الارتباط ونسبة الخطأ لجسيمات ألفا في المركبات العشرة .

No.	الصيغة المركب	الكثافة الكتلية ρ g/cm^3	معدل جهد التأين $\langle I \rangle$ eV	النسبة $\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$	معامل الارتباط	نسبة الخطأ
1	C_3H_6 Polypropylene	0.9	56.5429	0.5714	0.997458	0.067604
2	$C_{16}H_{14}O_3$	1.2	73.171	0.5276	0.997719	0.05014
3	$C_{10}H_8O_4$ Mylar	1.4	78.6116	0.5208	0.997966	0.044641
4	C_2H_4O Polyvinylalcohol	1.3	69.53	0.5455	0.998109	0.048789
5	CH_2O Polyoxymethylene	1.425	77.1016	0.5333	0.998076	0.045024
6	C_3H_3N Polyacrylonitrile,	1.17	72.006	0.5283	0.998028	0.047159
7	C_6H_9NO Polyvinylpyrrolidone	1.25	68.75	0.5405	0.998207	0.047408
8	$C_4H_6O_2$ Polyvinylacetate	1.19	73.57	0.5349	0.998473	0.041458
9	$C_{22}H_{10}N_2O_5$	1.42	80.368	0.5131	0.997149	0.051319

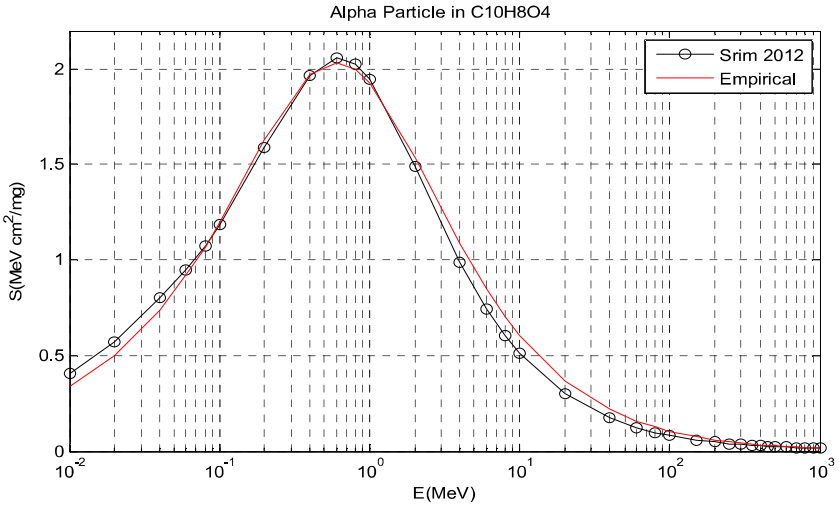
	Kapton					
10	$C_{44}H_{36}O_6$ Bakelite	1.4	72.5149	0.5273	0.997907	0.048279



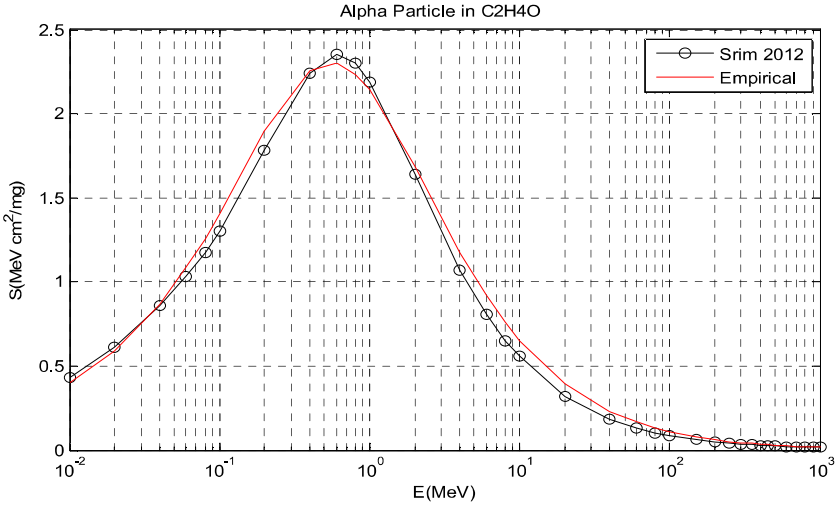
a



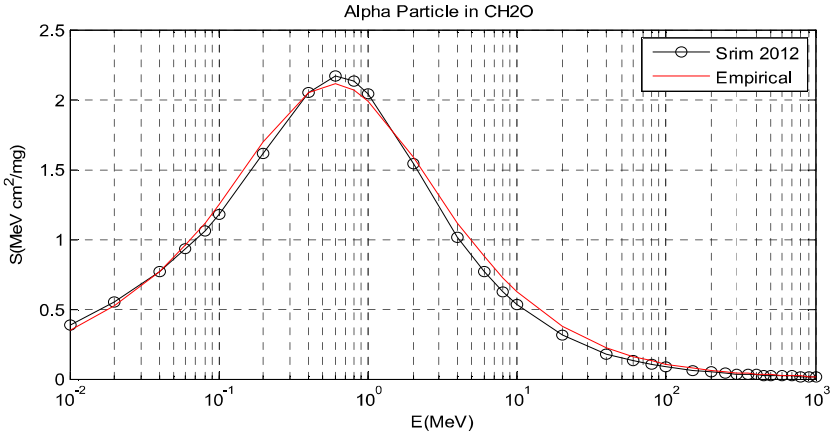
b


Alpha Particle in C10H8O4
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

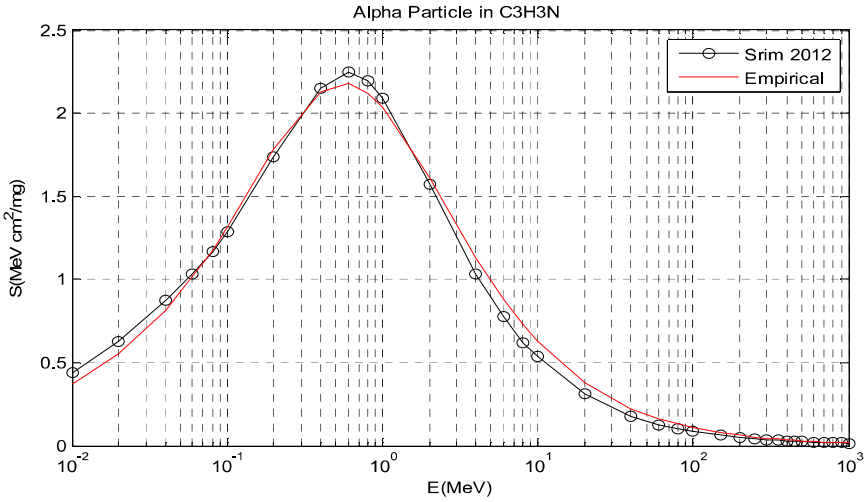
c


Alpha Particle in C2H4O
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

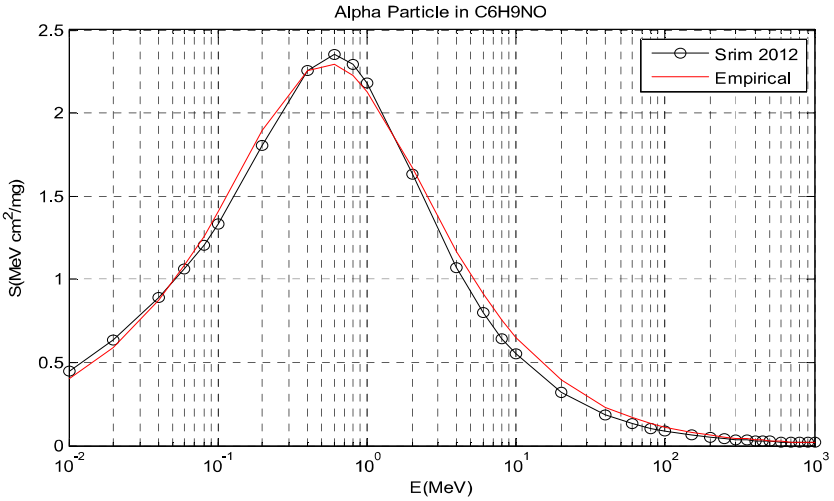
d


Alpha Particle in CH2O
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

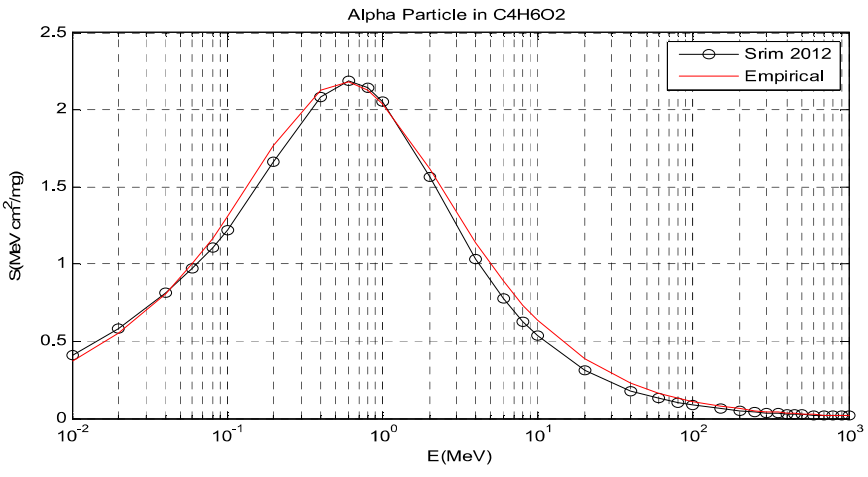
e


Alpha Particle in C3H3N
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

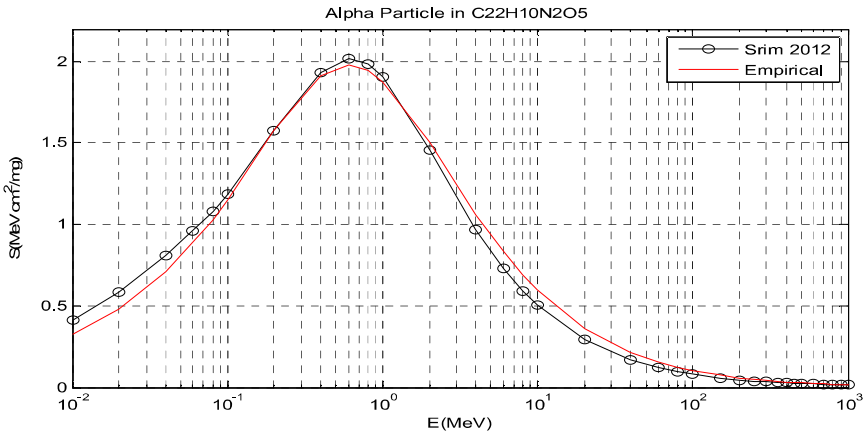
f


Alpha Particle in C6H9NO
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

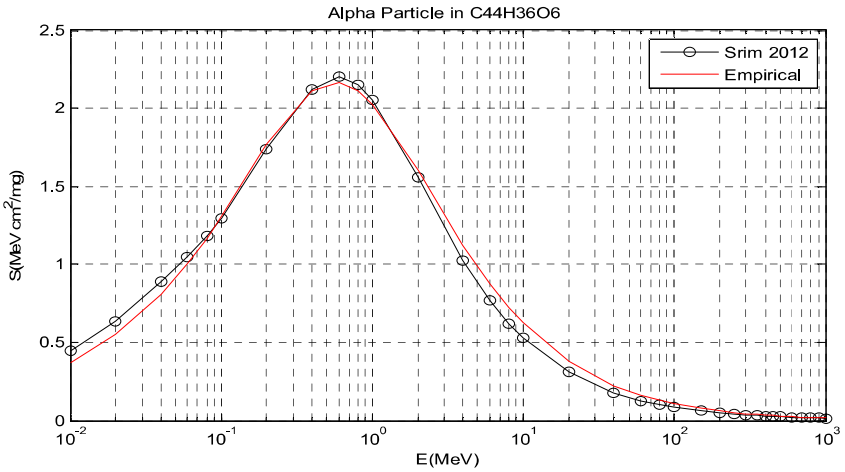
g


Alpha Particle in C4H6O2
Srim 2012
Empirical
S(MeV cm2/mg)
E(MeV)

h



i



j

شكل (2) يوضح العلاقة بين قدرة الإيقاف الالكترونية لجسيمات الفا المارة خلال الأهداف , (C_3H_6) , $(C_4H_6O_2)$, (C_6H_9NO) , (C_3H_3N) , $(C\ H_2O)$, (C_2H_4O) , $(C_{10}H_8O_4)$, $(C_{16}H_{14}O_3)$, $(C_{44}H_{36}O_6)$, $(C_{22}H_{10}N_2O_5)$ على التوالي.

المصادر : – References

[1] A . Aziz Al Rubyi 1999, Increase the range of stopping power of energies (1<E(MeV/u)≤0.1), M. SC. Thesis , Al – Mustansiriyah University,Baghdad,Iraq.

[2] J.E. Turner 2004. Interaction of ionizing radiation with matter . Health Physics, Vol. 86 (No.3): p.p. 228–252.

[3] P.Sigmund 1996. Low–speed limit of Bohr's stopping–power formula. Phys. Rev A , Vol.54 (No.4): p.p. 3113–3118.

[4] A. Schinner and P. Sigmund 2000. Polarization effect in stopping of swift partially screened heavy ions: Perturbative theory. Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B, Vol. 164(No.165): p.p. 220–229.

[5] P. Sigmund 1997.Charge – dependent electronic stopping of swift nonrelativistic

[8] H.H. Andersen , J.F. Ziegler 1977. The Stopping and Ranges of Ions in Matter . Pergamon Press, New York , Vol. 2.

[9] D. E. Groom, N. V. Mokhov, , S. Striganov 2001. Muon Stopping Power and Range Tables 10 MeV–100 TeV . Atomic Data and Nuclear Data Tables, Vol. 76(No. 2): p.p. 1–37.

[10] J. E. Turner , 2008 , Atoms, radiation, and radiation protection. physics textbook , John Wiley & Sons . heavy ions. Phys. Rev. A , Vol. 56(No. 5): p.p 3781–3792.

[6] R. Lozeva 2005. A new developed calorimeter telescope for identification of relativistic heavy ion reaction channels. Ph. D. thesis , Sofia University.

[7] A. K. Chaubey , H. V. Gupta 1977. New empirical relations for stopping power and range of charged particles .revue de physique appliquée , Vol. 12:p.p. 321–329 .

Find semi- empirical relationship to calculate the electronic stopping power of protons & alpha particles interacting with some organic compounds.

Receved :20/4/2015 Accepted : 16/2/2016

Rashid Aweed Kadhim **Shahla Abdul Sada Kadhim**

doctor.rashed@gmail.com Shahlaa.alruhaimi@uokufa.edu.iq

Department of physics- Faculty of Education for Girls- University of Kufa

Abstract : -

In this research find semi-empirical relationship to calculate the electronic stopping power of charged (protons & alpha particles) interacting with organic compounds : - [Polypropylene (C3H6), Polycarbonate (C16H14O3), Mylar (C10H8O4), Polyvinylalcohol (C2H4O), Polyoxymethylene (CH2O), Polyacrylonitrile (C3H3N), Polyvinylpyrrolidone (C6 H9 NO), Polyvinylacetate (C4H6O2), Kapton (C22 H10 N2 O5) , Bakelite (C44 H36 O6)] using the ratio $\langle \frac{Z_2}{A_2} \rangle$, within range of energy [0.01-1000] MeV, and by comparing the obtained results with the results of the SRIM 2012 program for the same projectiles in these compounds have shown good agreement with the results of the SRIM 2012.

Key words: - electronic stopping power, semi-empirical relations, the SRIM 2012 program .

Pisiology Classification QC 170–197